

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-075516

(43)Date of publication of application : 11.03.2004

(51)Int.Cl.

C04B 35/00

(21)Application number : 2003-012522

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 21.01.2003

(72)Inventor : TANAKA NOBUHIKO

(30)Priority

Priority number : 2002030749

Priority date : 07.02.2002

Priority country : JP

2002177712

18.06.2002

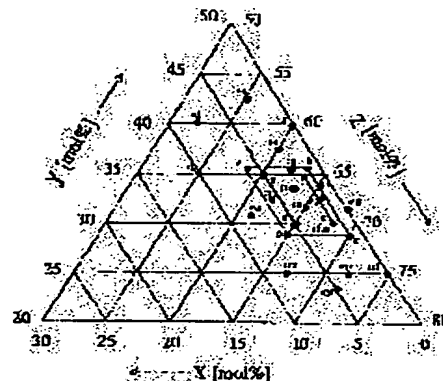
JP

(54) TRANSLUCENT CERAMIC, OPTICAL COMPONENT AND OPTICAL DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a translucent ceramic free from the occurrence of birefringence and having excellent optical characteristics, and an optical device using the same.

SOLUTION: The translucent ceramic has a composition which is expressed by a general formula, $Ba(Zr_xZn_yTa_z)vO_w$ (where, $x+y+z=1$; $0.01 \leq x \leq 0.06$; $0.29 \leq y \leq 0.36$; $0.58 \leq z \leq 0.7$; $1 < v \leq 1.05$; (w) is an optional number) and in which (x), (y) and (z) in the general formula are in a region surrounded by a quadrangle ABCD in a ternary diagram expressed by Figure 1. The translucent ceramic has the refractive index of ≥ 2.0 and $\geq 20\%$ linear transmissivity and does not cause the birefringence. The translucent ceramic is used as a collimating lens, a half mirror, an objective lens, a condenser lens or the like in an optical pickup.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.05.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-75516

(P2004-75516A)

(43) 公開日 平成16年3月11日 (2004. 3. 11)

(51) Int. Cl. 7

C 0 4 B 35/00

F I

C 0 4 B 35/00

H

テーマコード (参考)

4 G 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L

(全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願2003-12522 (P2003-12522)
 (22) 出願日 平成15年1月21日 (2003. 1. 21)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-30749 (P2002-30749)
 (32) 優先日 平成14年2月7日 (2002. 2. 7)
 (33) 優先権主張国 日本国 (J P)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-177712 (P2002-177712)
 (32) 優先日 平成14年6月18日 (2002. 6. 18)
 (33) 優先権主張国 日本国 (J P)

(71) 出願人 000006231
 株式会社村田製作所
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
 (72) 発明者 田中 伸彦
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
 会社村田製作所内
 Fターム (参考) 4G030 AA02 AA10 AA11 AA12 AA13
 AA16 AA17 AA21 AA24 AA31
 AA32 AA34 AA36 BA09 BA15

(54) 【発明の名称】 透光性セラミックスならびにそれを用いた光学部品および光学素子

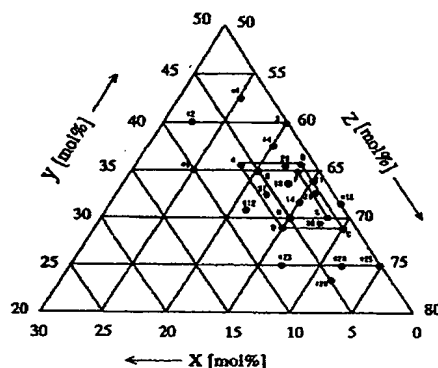
(57) 【要約】

【課題】 複屈折を生じない光学特性に優れた透光性セラミックスおよびそれを用いた光学素子を提供する。

【解決手段】 本発明の透光性セラミックスは、一般式 $Ba(Zr_xZn_yTa_z)_{1-w}O_w$ (但し、 $x+y+z=1$, $0.01 \leq x \leq 0.06$, $0.29 \leq y \leq 0.36$, $0.58 \leq z \leq 0.7$, $1 < w \leq 1.05$, w は任意の数) で表され、前記一般式の x , y , z が、図1に示す三元図において、四角形ABCDで囲まれた領域内にある組成を有する。この透光性セラミックスは、屈折率が2.0以上、直線透過率が20%以上で、複屈折を生じないものである。この透光性セラミックスは、光ピックアップにおいて、コリメータレンズ、ハーフミラー、対物レンズ、集光レンズ等として用いることができる。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

一般式 $Ba(Zr_xZn_yTa_z)_{1-x-y-z}O_w$ (但し、 $x+y+z=1$, $0.01 \leq x \leq 0.06$, $0.29 \leq y \leq 0.36$, $0.58 \leq z \leq 0.7$, $1 < v \leq 1.05$, w は任意の数) で表され、

前記一般式の x , y , z が、図1に示す三元図において、各点

A (0.06, 0.36, 0.58),

B (0.01, 0.36, 0.63),

C (0.01, 0.29, 0.7),

D (0.06, 0.29, 0.65)

を結んだ四角形 ABCD で囲まれた領域内にある組成を主成分とすることを特徴とする透光性セラミックス。

【請求項2】

屈折率が2.0以上で、かつ直線透過率が20%以上であることを特徴とする請求項1に記載の透光性セラミックス。

【請求項3】

一般式 $Ba(Zr_xZn_yTa_z)_{1-x-y-z}O_w$ (但し、 $x+y+z=1$, $0.02 \leq x \leq 0.05$, $0.3 \leq y \leq 0.35$, $0.6 \leq z \leq 0.68$, $1 < v \leq 1.05$, w は任意の数) で表され、

前記一般式の x , y , z が、図1に示す三元図において、各点

E (0.05, 0.35, 0.6),

F (0.02, 0.35, 0.63),

G (0.02, 0.3, 0.68),

H (0.05, 0.3, 0.65)

を結んだ四角形 EFGH で囲まれた領域内にある組成を主成分とすることを特徴とする透光性セラミックス。

【請求項4】

屈折率が2.0以上で、かつ直線透過率が50%以上であることを特徴とする請求項3に記載の透光性セラミックス。

【請求項5】

前記主成分に対して、 Al_2O_3 , Y_2O_3 , CuO , TiO_2 , Ga_2O_3 , WO_3 , La_2O_3 , Sm_2O_3 , Eu_2O_3 , Nd_2O_3 , Gd_2O_3 , Dy_2O_3 , Ho_2O_3 , Yb_2O_3 , Er_2O_3 から選ばれる少なくとも1種以上の酸化物が1mol%以下添加されていることを特徴とする、請求項3に記載の透光性セラミックス。

【請求項6】

前記主成分に対して、 Li_2O または $BaTiO_3$ が2mol%以下添加されていることを特徴とする、請求項3に記載の透光性セラミックス。

【請求項7】

常誘電体であり、かつ多結晶体であることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の透光性セラミックス。

【請求項8】

請求項1～7のいずれかに記載の透光性セラミックスからなることを特徴とする光学部品。

【請求項9】

請求項8に記載の光学部品が搭載されていることを特徴とする光学素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高屈折率、高光透過率の常誘電体であって、光学部品として有用な透光性セラミックス、およびそれを用いた光学素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、光ピックアップ等の光学素子に搭載する光学部品 material としては、例えば特開平5-107467号公報や特開平9-245364号公報に記載されているように、ガラスまたはプラスチック、あるいはニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 等の単結晶が用いられている。

【0003】

ガラスやプラスチックは、光透過率が高く、所望の形状への加工が容易であることから、レンズ等の光学部品に用いられている。また、 LiNbO_3 の単結晶は、その電気化学特性と複屈折を利用して、光導波路等の光学部品に用いられている。このような光学部品を用いた光ピックアップ等の光学素子では、さらなる小型化や薄型化が要求されている。(例えば、特許文献1、2参照。)

【0004】

【特許文献1】

特開平5-107467号公報(全頁、全図)

【特許文献2】

特開平7-244856号公報(請求項6、段落番号0024)

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述の従来のガラスやプラスチックでは、その屈折率が1.9未満であることから、それらを用いた光学部品や光学素子において小型化や薄型化に限界がある。また、プラスチックは吸湿性を有しており、そのうえ、屈折率が低く、複屈折を生じるため、入射光を効率よく透過、集光させるうえで問題があった。さらに、 LiNbO_3 等の単結晶は、屈折率が高いものの ($n=2.3$)、複屈折を生じるため、レンズ等の光学部品には用いることができず、用途が限定されてしまう。

【0006】

そこで、本発明においては、複屈折を生じない光学特性に優れた透光性セラミックスおよびそれを用いた光学素子を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上述の課題を解決するため、本件第1の発明は、一般式 $\text{Ba}(\text{Zr}_x\text{Zn}_y\text{Ta}_z)\text{O}_w$ (但し、 $x+y+z=1$, $0.01 \leq x \leq 0.06$, $0.29 \leq y \leq 0.36$, $0.58 \leq z \leq 0.7$, $1 < v \leq 1.05$, w は任意の数) で表され、前記一般式の x , y , z が、図1に示す三元図において、各点A(0.06, 0.36, 0.58), B(0.01, 0.36, 0.63), C(0.01, 0.29, 0.7), D(0.06, 0.29, 0.65) を結んだ四角形ABCDで囲まれた領域内にある組成を有することを特徴とする透光性セラミックスである。

【0008】

また、本件第2の発明は、本件第1の発明において、屈折率が2.0以上で、かつ直線透過率が20%以上であることを特徴とする透光性セラミックスである。

【0009】

また、本件第3の発明は、一般式 $\text{Ba}(\text{Zr}_x\text{Zn}_y\text{Ta}_z)\text{O}_w$ (但し、 $x+y+z=1$, $0.02 \leq x \leq 0.05$, $0.3 \leq y \leq 0.35$, $0.6 \leq z \leq 0.68$, $1 < v \leq 1.05$, w は任意の数) で表され、前記一般式の x , y , z が、図1に示す三元図において、各点E(0.05, 0.35, 0.6), F(0.02, 0.35, 0.63), G(0.02, 0.3, 0.68), H(0.05, 0.3, 0.65) を結んだ四角形EFGHで囲まれた領域内にある組成を有することを特徴とする透光性セラミックスである。

【0010】

また、本件第4の発明は、本件第3の発明において、屈折率が2.0以上で、かつ直線透

10

20

30

40

50

過率が50%以上であることを特徴とする透光性セラミックスである。

【0011】

また、本件第5の発明は、本件第3の発明において、前記主成分に対して、 Al_2O_3 、 Y_2O_3 、 CuO 、 TiO_2 、 Ga_2O_3 、 WO_3 、 La_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Nd_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Er_2O_3 から選ばれる少なくとも1種以上の酸化物が1mol%以下添加されていることを特徴とする透光性セラミックスである。

【0012】

また、本件第6の発明は、本件第3の発明において、前記主成分に対して、 Li_2O または BaTiO_3 が2mol%以下添加されていることを特徴とする透光性セラミックスである。

【0013】

また、本件第7の発明は、本件第1～第6の発明のいずれかにおいて、常誘電体であり、かつ多結晶体であることを特徴とする透光性セラミックスである。

【0014】

また、本件第8の発明は、本件第1～第7の発明のいずれかにかかる透光性セラミックスからなることを特徴とする光学部品である。

【0015】

また、本件第9の発明は、本件第8の発明にかかる光学部品が搭載されていることを特徴とする光学素子である。

【0016】

ここで、常誘電体とは、電界が印加されても誘電率が変化しないという特性を有するものである。本発明の透光性セラミックスは、常誘電体であり、かつ多結晶体であるため、複屈折を生じない。したがって、レンズ等の光学部品に容易に適用できる。

【0017】

また、本発明の透光性セラミックスは、20%以上または50%以上の高い直線透過率と2.0以上の高い屈折率を有する。このため、比較的小さな外形寸法で所望の光学特性を発揮することができる。

【0018】

また、本発明の透光性セラミックスは、主成分に対して酸化物を添加することにより、光学部品としての用途に応じて、直線透過率および屈折率を変化させることが可能である。

【0019】

また、本発明の光学素子においては、上述の高い光学特性を有する透光性セラミックスが光学部品として用いられているため、光学素子の小型化、薄型化を実現することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

【0021】

【実施例1】

本発明の透光性セラミックスを製造する手順を説明する。

【0022】

まず、原料として、高純度の BaCO_3 、 ZrO_2 、 ZnO および Ta_2O_5 を準備した。そして、一般式 $\text{Ba}(\text{Zr}_x\text{Zn}_y\text{Ta}_z)\text{O}_w$ (w は任意の数)で表される、表1に示す各試料が得られるように、各原料を秤量し、ボールミルで16時間湿式混合した。この混合物を乾燥させた後、1200℃で3時間焼成し、仮焼物を得た。なお、仮焼後、 w の値はほぼ3になっていた。

【0023】

この仮焼物を水および有機バインダとともにボールミルに入れ、16時間湿式粉碎した。有機バインダとしては、例えばエチルセルロースが用いられる。エチルセルロース以外でも、セラミックス成形体用の結合剤としての機能を備え、かつ焼結工程において焼結温度

10

20

30

40

50

に達する前に、例えば500℃程度で大気中の酸素と反応して炭酸ガスや水蒸気等にガス化して消失するものであれば、有機バインダとして用いることができる。

【0024】

上記粉砕物を乾燥させた後、50メッシュの網（篩）を通して造粒し、得られた粉末を2000kg/cm²の圧力で押圧することにより、直径30mm、厚さ2mmの円板状の成形体を得た。

【0025】

次に、上記成形体を同組成粉末中に埋め込んだ。ここで、同組成粉末とは、上記成形体と同じ組成となるように調製した原料を仮焼し、粉砕して得られたものである。この同組成粉末により、上記成形体中の揮発成分が焼成時に揮発することを抑制することができる。なお、同組成粉末は、上記成形体と同じ組成を有することが好ましいが、同等の組成系であれば、全く同一の組成でなくともよい。また、必ずしも透光性を備えるものでなくともよい。

10

【0026】

上記同組成粉末中に埋め込んだ成形体を焼成炉に入れ、大気雰囲気中で加熱し、脱バインダを行った。引き続き、昇温しながら炉内に酸素を注入し、最高温度域の1550℃において、焼成雰囲気の酸素濃度を約98%まで上昇させた。この焼成温度および酸素濃度を維持し、上記成形物を10時間焼成して焼結体を得た。なお、焼成時の全圧は1気圧以下とした。

【0027】

こうして得られた焼結体を鏡面加工し、厚さ0.4mmの円板状に仕上げて透光性セラミックスの試料とした。

20

【0028】

上記試料のそれぞれについて、可視光領域（λ＝633nm）における直線透過率および屈折率を測定した。この直線透過率の測定には、島津製分光光度計（UV-200S）を用いた。また、屈折率の測定には、Metricon社製プリズムカプラー（MODEL 2010）を用いた。

【0029】

上述の直線透過率および屈折率の測定結果を表1に示す。表1において、試料番号に*印を付したものは本発明の範囲外のものであり、いずれも未焼結もしくは直線透過率が20%未満のものである。

30

【0030】

【表1】

試料 番号	x ($0.01 \leq x \leq 0.06$)	y ($0.29 \leq y \leq 0.36$)	z ($0.58 \leq z \leq 0.7$)	v ($1 < v \leq 1.05$)	1550°C焼成	
					直線透過率(%) 633(nm)	屈折率 633(nm)
* 1	0.025	0.425	0.55	1.005	未焼結	
* 2	0.08	0.4	0.52	1.005	8.5	-
* 3	0	0.4	0.6	1.005	1.0	-
* 4	0.025	0.375	0.6	1.005	13.5	-
* 5	0.1	0.35	0.55	1.005	未焼結	
6 (A)	0.06	0.36	0.58	1.005	20.5	2.128
7 (B)	0.01	0.36	0.63	1.005	22.5	2.130
8 (E)	0.05	0.35	0.6	1.005	52.5	2.129
9 (F)	0.02	0.35	0.63	1.005	50.0	2.130
10	0.03	0.34	0.63	1.005	64.5	2.130
11	0.01	0.34	0.65	1.005	20.5	2.130
* 12	0.08	0.31	0.61	1.005	15.5	-
* 13	0.03	0.32	0.65	1	15.0	-
14	0.03	0.32	0.65	1.005	75.4	2.131
15	0.03	0.32	0.65	1.03	75.2	2.131
16	0.03	0.32	0.65	1.05	75.0	2.131
* 17	0.03	0.32	0.65	1.055	10.5	-
* 18	0	0.32	0.68	1.005	1.0	-
19 (H)	0.05	0.3	0.65	1.005	50.0	2.130
20 (G)	0.02	0.3	0.68	1.005	50.0	2.131
21 (D)	0.06	0.29	0.65	1.005	25.5	2.130
22 (C)	0.01	0.29	0.7	1.005	22.5	2.132
* 23	0.08	0.25	0.67	1.005	1.0	-
* 24	0.03	0.25	0.72	1.005	1.0	-
* 25	0	0.25	0.75	1.005	1.0	-
* 26	0.005	0.23	0.72	1.005	未焼結	
27	0.055	0.325	0.62	1.005	42.0	2.131
28	0.025	0.355	0.62	1.005	39.0	2.130
29	0.015	0.325	0.66	1.005	35.0	2.132
30	0.025	0.295	0.68	1.005	36.0	2.132

【0031】

表1に示す試料のうち、高い直線透過率が得られた試料14について、紫外から赤外の波長帯 ($\lambda = 200 \sim 900 \text{ nm}$) における直線透過率を測定した。この測定結果を図2に示す。同図から、試料14は $\lambda = 400 \sim 900 \text{ nm}$ の波長領域において高い透過率を示すことが分かる。

【0032】

また、試料14について、 $\lambda = 633 \text{ nm}$ におけるTEモードおよびTMモードでの屈折率を測定した結果を表2に示す。表2において、TEモードおよびTMモードでの屈折率が同じ値であることから、複屈折が生じていないことが分かる。

【0033】

【表2】

試料 番号	x	y	z	v	屈折率	
					TEモード	TMモード
14	0.03	0.32	0.65	1.005	2.131	2.131

【0034】

ここで、試料14の直線透過率は75.4%であり、屈折率は2.131であった。一般に、直線透過率の測定においては、空気中から試料に対して垂直に光が入射する。このため、例えば、屈折率(n)が2.131である場合、Fresnelの法則より、試料表面での反射率と裏面での反射率の合計は24.4%となる。よって、屈折率が2.131である試料の直線透過率の理論最大値は、75.6%となる。試料14において、直線透過率は75.4%であるから、理論値に対する相対透過率は約99.7%となる。これは、焼結体内部での透過損失がほとんどないことを示している。したがって、試料14の表面に反射防止膜 (AR膜=Anti-Reflection膜) を形成すれば、得られる

直線透過率をほぼ理論値とすることができる。このように、本発明の組成を有する透光性セラミックスは、光学素子として利用可能な優れた特性を有するものである。

【0035】

また、試料14に対して、比較例として、鋳込み成形による2インチ角の成形体を1550℃で焼成して焼結体を得た。表3は、この試料14と比較例の直線透過率および屈折率を対比したものである。表3において、両者の直線透過率および屈折率は、互いに同等の値である。このように、本発明の組成を有する透光性セラミックスによれば、成形法に関わらず高い直線透過率および屈折率が得られることが分かる。

【0036】

【表3】

試料番号	x	y	z	v	プレス成形		鋳込み成形	
					直線透過率(%) 633(nm)	屈折率 633(nm)	直線透過率(%) 633(nm)	屈折率 633(nm)
14	0.03	0.32	0.65	1.005	75.4	2.131	75.8	2.131

【0037】

図1は、本発明の透光性セラミックスの組成である一般式 $Ba(Zr_xZr_yTa_z)vO_w$ （但し、wは任意の数）におけるx、y、zの組成範囲を示す三元図である。

【0038】

同図において、A、B、C、Dの各点を結んだ多角形ABCDで囲まれた領域が、本発明の透光性セラミックスの組成範囲である。この組成を有する焼結体は、直線透過率が20%以上となり、屈折率は2.1前後の高い値となる。さらに、E、F、G、Hの各点を結んだ四角形EFGHで囲まれた領域の組成を有する焼結体では、直線透過率が50%以上となり、屈折率は同じく2.1前後の高い値となる。

【0039】

また、表1における試料番号の一部を図1上に示した。図1において、試料番号に*印を付したものは、表1においても同じ印が付された、本発明の範囲外の試料である。

【0040】

【実施例2】

この実施例2は、一般式 $Ba(Zr_xZr_yTa_z)vO_w$ で表され、この一般式のx、y、zが図1に示す三元図における各点E、F、G、Hを結んだ四角形EFGHで囲まれた領域内にある組成を有する主成分に、微量の酸化物を添加したものである。ここでは、微量の酸化物を添加することにより、直線透過率および屈折率を変化させた。

【0041】

主成分としては、実施例1における表1の試料14を用いた。実施例1と同様に、高純度の $BaCO_3$ 、 SnO_2 、 ZrO_2 、 $MgCO_3$ および Ta_2O_5 を準備した。表1の試料14と同じ組成が得られるように、各原料を秤量した。また、微量の酸化物として、 Al_2O_3 、 Y_2O_3 、 CuO 、 TiO_2 、 Ga_2O_3 、 WO_3 、 La_2O_3 、 Sm_2O_3 、 Eu_2O_3 、 Nd_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Dy_2O_3 、 Ho_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Er_2O_3 、 Li_2CO_3 、 $BaTiO_3$ を準備し、主成分に対する添加量が表4、表5のとおりになるように秤量した。なお、 Li_2CO_3 については、 Li_2O に換算した添加量となっている。このように秤量した主成分原料および添加物原料を混合した。そして、実施例1と同じ要領で仮焼、粉碎、焼成したものを鏡面加工して透光性セラミックスの試料を得た。

【0042】

上記試料のそれぞれについて、可視光領域（ $\lambda = 633\text{ nm}$ ）における直線透過率および屈折率を測定した。この測定結果を表4、表5に示す。表4、表5において、試料番号に*印を付したものは本発明の範囲外のものであり、いずれも直線透過率が20%未満のものである。

【0043】

【表 4】

試料 番号	添加物種	添加量 (mol%)	添加物種の各添加量 (mol%)	1550℃焼成	
				直線透過率(%) (633nm)	屈折率 (633nm)
1	Al ₂ O ₃	0.05	-	74.8	2.131
2		0.1	-	45.0	2.130
3		0.5	-	35.0	2.129
4		1	-	22.0	2.129
* 5		1.1	-	13.0	-
6	Y ₂ O ₃	0.05	-	74.8	2.131
7		0.1	-	45.0	2.130
8		0.5	-	35.0	2.130
9		1	-	23.0	2.128
* 10		1.1	-	15.0	-
11	Al ₂ O ₃ /Y ₂ O ₃	0.05	Al ₂ O ₃ : 0.03 : Y ₂ O ₃ : 0.02	74.8	2.131
12		0.1	Al ₂ O ₃ : 0.05 : Y ₂ O ₃ : 0.05	45.0	2.130
13		0.5	Al ₂ O ₃ : 0.25 : Y ₂ O ₃ : 0.25	35.0	2.130
14		1	Al ₂ O ₃ : 0.5 : Y ₂ O ₃ : 0.5	22.0	2.128
* 15		1.1	Al ₂ O ₃ : 0.5 : Y ₂ O ₃ : 0.6	13.0	-
16	CuO	0.05	-	65.0	2.131
17		0.1	-	35.0	2.130
18		0.5	-	24.0	2.130
19		1	-	20.0	2.130
* 20		1.1	-	10.0	-
21	TiO ₂	0.05	-	65.0	2.131
22		0.1	-	35.0	2.134
23		0.5	-	26.0	2.134
24		1	-	20.0	2.134
* 25		1.1	-	10.0	-
26	Ga ₂ O ₃	0.05	-	65.0	2.131
27		0.1	-	39.0	2.131
28		0.5	-	27.0	2.132
29		1	-	21.0	2.132
* 30		1.1	-	15.0	-
31	WO ₃	0.05	-	68.5	2.131
32		0.1	-	40.0	2.131
33		0.5	-	32.0	2.132
34		1	-	20.0	2.132
* 35		1.1	-	13.0	-
36	La ₂ O ₃	0.05	-	73.0	2.131
37		0.1	-	55.0	2.130
38		0.5	-	43.5	2.132
39		1	-	36.0	2.132
* 40		1.1	-	18.0	-
41	Sm ₂ O ₃	0.05	-	68.0	2.131
42		0.1	-	50.0	2.131
43		0.5	-	42.0	2.131
44		1	-	30.0	2.131
* 45		1.1	-	18.0	-
46	Eu ₂ O ₃	0.05	-	68.0	2.131
47		0.1	-	50.0	2.131
48		0.5	-	42.0	2.131
49		1	-	28.0	2.131
* 50		1.1	-	17.0	-

10

20

30

40

50

【0044】
【表5】

試料 番号	添加物種	添加量 (mol%)	添加物種の各添加量 (mol%)	1550℃焼成	
				直線透過率(%) (633nm)	屈折率 (633nm)
51	Eu ₂ O ₃ /Sm ₂ O ₃	0.05	Eu ₂ O ₃ : 0.03 : Sm ₂ O ₃ : 0.02	68.0	2.131
52		0.1	Eu ₂ O ₃ : 0.05 : Sm ₂ O ₃ : 0.05	50.0	2.131
53		0.5	Eu ₂ O ₃ : 0.25 : Sm ₂ O ₃ : 0.25	42.0	2.131
54		1	Eu ₂ O ₃ : 0.5 : Sm ₂ O ₃ : 0.5	28.0	2.131
* 55		1.1	Eu ₂ O ₃ : 0.5 : Sm ₂ O ₃ : 0.6	17.0	-
56	Nd ₂ O ₃	0.05	-	58.0	2.131
57		0.1	-	38.0	2.130
58		0.5	-	29.0	2.130
59		1	-	23.0	2.130
* 60		1.1	-	12.0	-
61	Gd ₂ O ₃	0.05	-	58.0	2.132
62		0.1	-	37.0	2.132
63		0.5	-	28.0	2.132
64		1	-	22.0	2.132
* 65		1.1	-	12.0	-
66	Nd ₂ O ₃ /Gd ₂ O ₃	0.05	Nd ₂ O ₃ : 0.03 : Gd ₂ O ₃ : 0.02	58.0	2.131
67		0.1	Nd ₂ O ₃ : 0.05 : Gd ₂ O ₃ : 0.05	37.0	2.131
68		0.5	Nd ₂ O ₃ : 0.25 : Gd ₂ O ₃ : 0.25	28.0	2.131
69		1	Nd ₂ O ₃ : 0.5 : Gd ₂ O ₃ : 0.5	22.0	2.131
* 70		1.1	Nd ₂ O ₃ : 0.5 : Gd ₂ O ₃ : 0.6	12.0	-
71	Dy ₂ O ₃	0.05	-	60.0	2.132
72		0.1	-	40.0	2.132
73		0.5	-	30.0	2.132
74		1	-	22.0	2.132
* 75		1.1	-	13.0	-
76	Ho ₂ O ₃	0.05	-	58.0	2.131
77		0.1	-	35.0	2.131
78		0.5	-	27.0	2.131
79		1	-	21.0	2.131
* 80		1.1	-	13.0	-
81	Yb ₂ O ₃	0.05	-	57.0	2.131
82		0.1	-	35.0	2.131
83		0.5	-	28.0	2.131
84		1	-	22.0	2.131
* 85		1.1	-	13.0	-
86	Er ₂ O ₃	0.05	-	57.0	2.130
87		0.1	-	35.0	2.130
88		0.5	-	26.0	2.130
89		1	-	20.0	2.130
* 90		1.1	-	12.0	-
91	Li ₂ CO ₃ (Li ₂ O換算)	0.05	-	75.0	2.131
92		0.1	-	70.0	2.131
93		1	-	62.0	2.130
94		1.5	-	48.0	2.130
95		2	-	23.0	2.129
* 96		2.1	-	18.0	-
97	BaTiO ₃	0.05	-	73.0	2.133
98		0.1	-	70.0	2.135
99		1	-	68.0	2.135
100		1.5	-	55.0	2.135
101		2	-	30.0	2.140
* 102		2.1	-	19.0	-

10

20

30

40

50

【0045】

表4、表5と表1の各値を比較すると、各酸化物の添加量に応じて直線透過率および屈折率が増減することが分かる。ここで、一般に、光学部品においては、用途に応じて特性が細分化されており、屈折率については、小数点以下第5位の値までの精度が要求されることが多い。表1と表4、表5とで、屈折率は、小数点以下第3位において異なる値となっており、光学部品として明確に異なる特性を有するものと言える。

【0046】

このように、酸化物の添加の有無を選択したり、添加量を調整したりすることにより、光学部品としての用途に応じて異なる特性の透光性セラミックスを得ることができる。

【0047】

また、表4の試料7および表5の試料92について、それぞれ、 $\lambda = 633 \text{ nm}$ におけるTEモードおよびTMモードでの屈折率を測定した結果を表6に示す。表6において、TEモードおよびTMモードでの屈折率が同じ値であることから、複屈折が生じていないことが分かる。

【0048】

【表6】

試料 番号	屈折率	
	TEモード	TMモード
7	2.130	2.130
92	2.131	2.131

【0049】

【実施例3】

上述のように、実施例1、2にかかる透光性セラミックスは、直線透過率および屈折率において高い値を示し、複屈折も生じないため、光学部品への利用が望める。例えば、図3示すような両凸レンズ10、または両凹レンズ11、あるいは光路長調整板12、さらには球状レンズ13等の素材として好適である。

【0050】

このような光学部品を搭載した光学素子として、光ピックアップを例に取り、説明する。

【0051】

光ピックアップは、図4に示すように、コンパクトディスクやミニディスクといった記録媒体1に対して、コヒーレントな光であるレーザ光を照射し、その反射光から記録媒体1に記録された情報を再生するものである。

【0052】

このような光ピックアップにおいては、光源としての半導体レーザ素子5からのレーザ光を平行光に変換するコリメータレンズ4が設けられ、その平行光の光路上にハーフミラー3が設けられている。このハーフミラー3は、コリメータレンズ4からの入射光は通して直進させるが、記録媒体1からの反射光については、反射光の進行方向を例えば約90度の反射により変更するものである。

【0053】

また、光ピックアップには、ハーフミラー3からの入射光を記録媒体1の記録面上に集光するための対物レンズ2が設けられている。この対物レンズ2は、記録媒体1からの反射光を効率よくハーフミラー3に対して出射するものでもある。反射光が入射されたハーフミラー3では、反射により位相が変化することで、上記反射光の進行方向が変更される。

【0054】

さらに、光ピックアップには、変更された反射光を集光するための集光レンズ6が設けられている。そして、反射光の集光位置に、反射光から情報を再生するための受光素子7が

設けられている。

【0055】

このように構成される光ピックアップにおいて、対物レンズ2の素材として、本発明にかかる透光性セラミックスを用いることができる。この透光性セラミックスは屈折率が大きいため、光ピックアップの小型化や薄型化が可能であり、開口を増加させることができる。

【0056】

なお、本実施例においては、本発明の透光性セラミックスを対物レンズ2に用いた場合について説明したが、他の光学部品、例えば、コリメータレンズ4または集光レンズ6、あるいはハーフミラー3に用いることもできる。

【0057】

また、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲内で適宜、変更を加えることができる。例えば、原料の形態は酸化物もしくは炭酸塩に限定されるものではなく、焼結体とした段階で所望の特性が得られる原料であればよい。また、焼成雰囲気について、上記実施例の約98%という酸素濃度の値は、使用した実験設備の条件下において最も好ましい値である。この条件下においては、90%以上の酸素濃度が確保できれば、所望の特性を備えた焼結体を得られる。

【0058】

【発明の効果】

本発明の透光性セラミックスは、常誘電体であり、かつ多結晶体であるため、複屈折を生じない。したがって、レンズ等の光学部品に容易に適用できる。

【0059】

また、本発明の透光性セラミックスは、20%以上さらには50%以上の高い直線透過率と2.0以上の高い屈折率を有する。このため、比較的小さな外形寸法で所望の光学特性を発揮することができる。

【0060】

また、本発明の透光性セラミックスは、主成分に対して酸化物を添加することにより、光学部品としての用途に応じて、直線透過率および屈折率を変化させることが可能である。

【0061】

また、本発明の光学素子においては、上述の高い光学特性を有する透光性セラミックスが光学部品として用いられているため、光学素子の小型化、薄型化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の透光性セラミックスの組成範囲を示す三元図である。

【図2】本発明の透光性セラミックスの直線透過率を示すグラフである。

【図3】本発明の透光性セラミックスからなる光学部品の説明図であり、(a)は両凸レンズを示し、(b)は両凹レンズを示し、(c)は光路長調整板を示し、(d)は球状レンズを示す。

【図4】本発明の透光性セラミックスからなる光学部品を搭載した光学素子の一実施例（光ピックアップ）を示す説明図である。

【符号の説明】

- 2 対物レンズ（光学部品）
- 10 両凸レンズ（光学部品）
- 11 両凹レンズ（光学部品）
- 12 光路長調整板（光学部品）
- 13 球状レンズ（光学部品）

10

20

30

40